

das elektron

ELEKTRO- UND RADIOTECHNISCHE MONATSHEFTE

Eigentümer, Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Ing. H. Kirnbauer, Urfahr, Reindlstraße 10, Tel. 286 — Verleger, Generalvertrieb für In- und Ausland: Hausdruckverlag Gustav Adolf J. Neumann, Linz a. d. D., Landstraße 9, Tel. 21450

HEFT 6 JAHRGANG 1947

INHALTSVERZEICHNIS

Das Phasitron, ein neuer Röhrentyp zur Frequenzmodulation . . .	114
Eerrichtung einer elektrotechnischen Versuchsanstalt	116
Rundfunkempfang - eine Aufsatzfolge von Heimo Hardung-Hardung	117
Neue Erkenntnisse in der Relativitätstheorie	119
Die „sprechende Lampe“, eine alte Erfindung modernisiert . . .	120
Daten und Sockelschaltungen aller B- und C-Röhren	121
AM - FM - PM, eine grundsätzliche Klarstellung der Begriffe . .	123
Fehler suchen - Fehler finden	124
An der Grenze des Irdischen von Dr. Wilh. Polaczek	127
Bauanleitung: „Largo“, ein einfacher Wechselstromzweier . . .	128
Mit Infrarot auf der Jagd nach Gemäldefälschungen	130
Elektrokurs für den Anfänger	131
Bastlerratschläge	132
Technik ohne Elektrotechnik	134
Unser Preisausschreiben	136
Die Sender des Südwestfunks	136
Tauschvermittlungsdienst	136

BEZUGSBEDINGUNGEN:

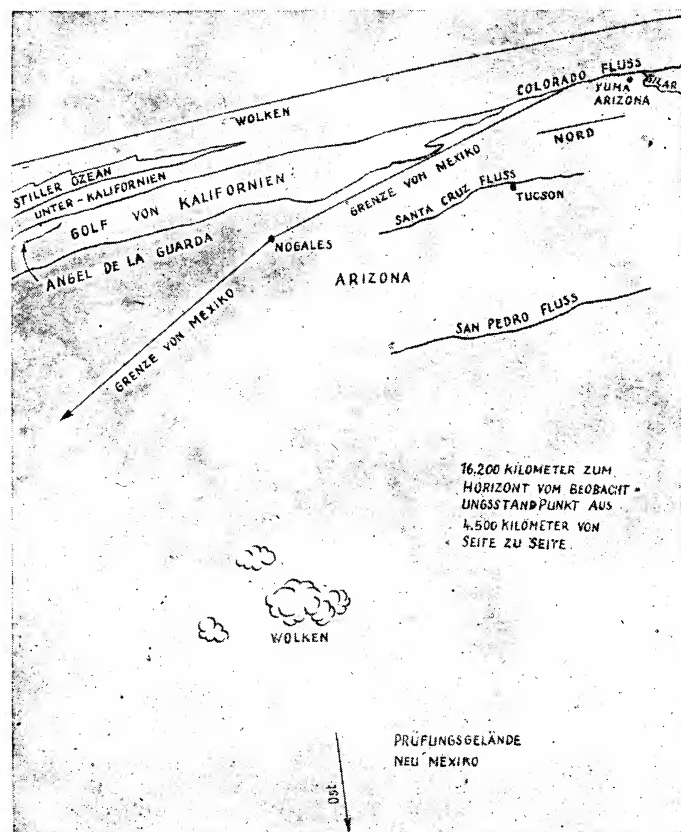
Einzelheft S 2,—

Abonnement: 1/2 Jahr S 12,— inklusive Porto, 1 Jahr S 24,— inklusive Porto

Bestellungen sind an den Generalvertrieb für Österreich und das Ausland, Hausdruckverlag Gustav Adolf J. Neumann, Linz a. d. D., Landstraße 9, zu richten



(Brit. IS8)



DAS PHASITRON

ein neuer Röhrentyp zur Frequenzmodulation

Das Phasitron, eine neue Röhrentype, die von der 'Zenith Radio Corporation' zur Behebung verschiedener Schwierigkeiten bei der Frequenzmodulation entwickelt wurde, wird in seiner Wirkungsweise an Hand der Schaltung eines frequenzmodulierten Rundfunksenders beschrieben.

Der große Vorteil, daß die frequenzmodulierte Rundfunkübertragung einen wesentlich kleineren Störpegel als die heute übliche Amplitudenmodulation aufweist einerseits und die Schwierigkeiten, die bei den beiden bisher bekannten Systemen zur Frequenzmodulation (siehe Aufsatz „AM - FM - PM“ Seite 123) auftraten andererseits veranlaßte die Zenith Radio Corporation, ein neues, von Robert Adler vorgeschlagenes System zu entwickeln.

Bild 1 zeigt das Blockschema des Steuer- und Modulationsteiles eines frequenzmodulierten Senders. Die Trägerfrequenz wird durch eine 230-kHz-Quarzstufe erzeugt. In einer eigenen Umformerstufe wird die einphasige HF-Schwingung in eine dreiphasige — ähnlich dem Drehstrom — umgewandelt und dem Drehfeldablenksystem des Phasitrons zugeführt. Die NF wird über einen NF-Verstärker verstärkt und an die Modulationspule gelegt. Die modulierte Ausgangsspannung des Phasitrons wird über einen Frequenzvervielfacher und über einen Verstärker zur Steuerung der Senderöhren verwendet.

Bild 2 zeigt den Aufbau des Phasitrons. Zwischen der Kathode und den beiden zylinderförmigen Anoden befinden sich zwei weitere an positiver Spannung liegende, mit Linse 1 und Linse 2 bezeichnete Ablenkplatten. Durch geeignete Formgebung und Wahl der Spannungen wird die aus der Kathode austretende Elektronenwolke in Form einer dünnen Scheibe gebündelt. (Die Kathode bildet den Mittelpunkt, die Anoden, von denen die innere zum Teil durchbrochen ist, bilden den Rand der Scheibe.) Diese „Elektronen-Scheibe“ liegt zwischen einem Drehfeldablenksystem und einer Gegenplatte. Das Drehfeldablenksystem besteht aus 36 besonders geformten Drähten, von denen jeweils alle dritten miteinander verbunden sind, so daß drei Gruppen von je 12 Drähten entstehen. Wird an die drei Zuführungen die vom Einphasen-Dreiphasen-Wandler kommende HF-Drehspannung gelegt, so entsteht zwischen dem Ablenksystem und der Gegenplatte ein elektrostatisches HF-Drehfeld,*) das die „Elektronenscheibe“ in der in unserem Bild 2 gezeichneten Weise krümmt. Diese sinusartig gekrümmte „Elektronen-Scheibe“ dreht sich mit einer der Ablenkfrequenz entsprechenden Drehzahl. Durch die in der Anode 1 befindlichen Ausnehmungen (siehe das Bild 2) bedingt, treffen sämtliche Elektronen bei einer bestimmten Stellung der „Elektronen-Scheibe“ auf der Anode 2, bei einer anderen Stellung auf der Anode 1 auf. Der gesamte Anodenstrom fließt somit im Takt der Ablenkfrequenz einmal über Anode 2, das anderemal über Anode 1. Zwischen beiden Anoden befindet sich der Ausgangs-Gegentakt-Schwingkreis. Durch den angeschlossenen Frequenzvervielfacher wird die Frequenz auf den der Sendefrequenz entsprechenden Wert gebracht.

*) Die Bildung des Drehfeldes ist ähnlich der Bildung des Drehfeldes in Syndron- oder Asyndronmaschinen. Die Magnetfelder dreier räumlich um 120° versetzt angebrachter Spulen, die von drei untereinander um 120 el° verschobenen Strömen durchflossen werden, setzen sich zu einem resultierenden Feld zusammen, welches dem Feld eines mit syndroner Drehzahl umlaufenden Gleichstrommagneten entspricht. Da die Versetzung der Ablenkstäbe in obigem Falle nur $120/12 = 10^\circ$ beträgt, entsteht ein Feld, das einem Polrad aus 12 Gleichstrommagneten bestehend entspricht (24polige Maschine). Allerdings erfolgt die Ablenkung auf rein elektrostatischem Wege.

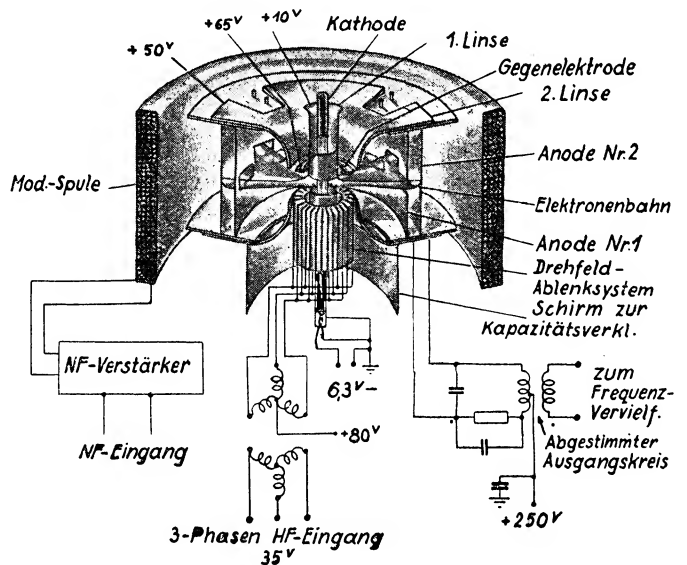


Bild 2

mungen (siehe das Bild 2) bedingt, treffen sämtliche Elektronen bei einer bestimmten Stellung der „Elektronen-Scheibe“ auf der Anode 2, bei einer anderen Stellung auf der Anode 1 auf. Der gesamte Anodenstrom fließt somit im Takt der Ablenkfrequenz einmal über Anode 2, das anderemal über Anode 1. Zwischen beiden Anoden befindet sich der Ausgangs-Gegentakt-Schwingkreis. Durch den angeschlossenen Frequenzvervielfacher wird die Frequenz auf den der Sendefrequenz entsprechenden Wert gebracht.

Die zweite Linse ist aus magnetischem Material hergestellt, um neben ihrer elektrostatischen Wirkung bei der Formung der „Elektronen-Scheibe“ außerdem das Magnetfeld der Modulationsspule auf das Innere der „Elektronen-Scheibe“ (Randgebiet des Drehfeldablenksystems) zu konzentrieren.

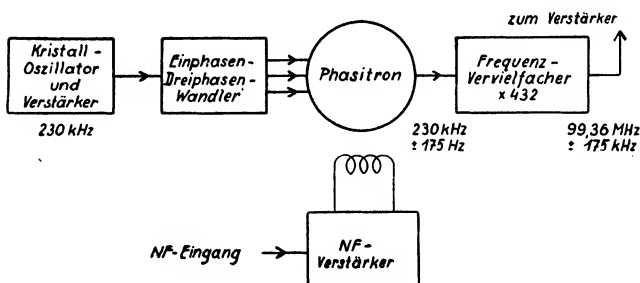
Phasenverschiebung.

Durch das von der Modulationsspule erzeugte magnetische Feld werden die Elektronen neuerlich abgelenkt und dadurch die „Elektronen-Scheibe“ verändert, so daß der sinusähnliche Rand der Scheibe in bezug auf die Drehrichtung vorgeschoben wird oder zurückbleibt. Da dadurch die „Elektronen-Scheibe“ in bezug auf die Anodenausnehmungen verschoben wird, entsteht in dem an den Anoden angeschlossenen Schwingkreis eine korrespondierende Phasenverschiebung.

Die ersten Modulationsröhren waren mit zwei gegenüberliegenden Sätzen Ablenkdrähten ausgerüstet. Diese doppelten Ablenksysteme ergaben einen schwierigen mechanischen Aufbau und waren kritisch in der Einstellung der gegenseitigen Lage der beiden Systeme.

Ein aus keramischem Material hergestellter Kern mit Schlitzern zum Anbringen der Ablenkdrähte vereinfachte den mechanischen Aufbau. Die Schwierigkeit der kritischen Einstellung der Lage der beiden Ablenksysteme wurde dadurch gelöst, daß statt des zweiten Ablenksystems eine Gegenplatte angebracht wurde. Weiters wurde noch eine Einrichtung geschaffen, um die

Bild 1



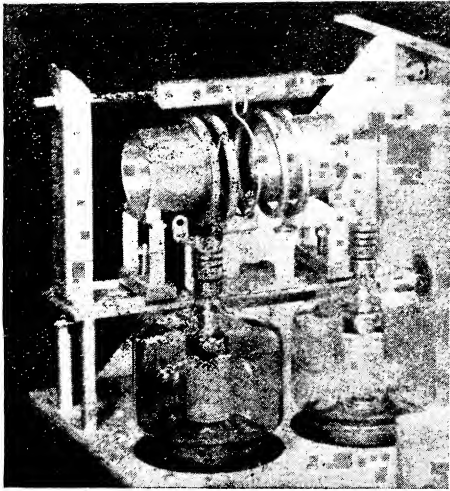


Bild 6

proportional der Frequenz sein; somit ist auch das erzeugte Feld genau verkehrt proportional der modulierenden Frequenz, die Phasenmodulation geht in eine Frequenzmodulation über. Die dämpfende Wirkung des ohmschen Widerstandes der Feldspule kann durch geeignete Ausführung der Rückkopplung kompensiert werden. Dies erreicht man dadurch, daß die Werte der Widerstände und Kapazitäten des Rückkopplungskreises so gewählt werden, daß seine Zeitkonstante gleich der Zeitkonstanten der Feldspule wird.

Der Frequenzvervielfacher, der auf die Phasitronstufe folgt, besteht aus drei Verdopplerstufen, zwei Dreifachstufen, noch einer Verdopplerstufe und einer Endverdreifachstufe. Bestückt sind die Stufen mit Röhren 6 SJ 7, ausgenommen die letzte Verdopplerstufe, die mit einer 6 V 6, und die Ausgangsverdreifachstufe, die mit einer 815 bestückt ist. Die Kopplungskreise zwischen den Stufen sind so dimensioniert, daß sie eine ausreichende Bandbreite für die gewünschten Seitenbänder aufweisen.

Die Sender haben gewöhnlich Leistungsstufen von 250 W, 1 kW, 3 kW, 10 kW oder 50 kW. Die einzelnen Stufen sind als C-Verstärker geschaltet. Der 250-Watt-Sender stellt ein Grundgerät dar. Er kann als Treiber für alle anderen Kraftstufen verwendet werden. Die erste Stufe, die dem Frequenzvervielfacher folgt, ist mit einer 829 bestückt.

Der im Bild 6 dargestellte Endkraftverstärker ist mit zwei im Gegentakt arbeitenden Eimac 4-250-A Tetroden bestückt. Diese Kraftverstärkerröhren haben eine Anodenverlustleistung von 500 Watt, welche die Erfordernisse eines 250-Watt-Senders bei weitem übertreffen. Durch diese Ueberdimensionierung wird eine große Lebensdauer erzielt.

Die Induktanzabstimmung.

Ein besonders interessantes Merkmal des Kraftverstärkers ist die Induktanzabstimmung. Die Veränderung der Induktanz wird durch die gegenläufige Verschiebung zweier metallischer Zylinder hervorgerufen. Der Antrieb der Zylinder erfolgt von der Stirnseite mittels Schraubspindel. Diese Abstimmungsart hat den großen Vorteil, daß der gesamte Frequenzbereich von 88 bis 108 MHz ohne auswechseln von Spulen bestrichen werden kann.

Der Gitterkreis des Kraftverstärkers ist in einer eigenen Boxen untergebracht und induktiv gekoppelt. Da dadurch vermieden wird, daß ein Teil des Chassis zur Kopplung verwendet wird, erreicht man eine größere Stabilität. Der Ausgang ist durch eine verstellbare Schlinge induktiv angekoppelet. An der Schlinge ist eine niederohmige konzentrische Uebertragungsleitung angeschlossen. Ein Röhrenvoltmeter, das am Eingangsende in die Leitung eingebaut ist, zeigt die HF-Spannung in diesem Punkt.

Die Prüfungen, die vor der fabrikmäßigen Herstellung an Versuchsanlagen durchgeführt wurden, zeigten, daß dieses Gerät den gestellten technischen Anforderungen gerecht wird und daß es in der Lage ist, die Erfordernisse des frequenzmodulierten Sendebetriebs zu erfüllen.

Errichtung einer elektrotechnischen Versuchsanstalt

Im Zuge des Ausbaues der österreichischen Energieversorgung trat anlässlich der Planung des Verbundnetzes — das nach Möglichkeit ganz aus heimischem Material hergestellt werden soll — die Frage auf, wo die erforderliche Hochspannungsprüfung der Einzelbauteile erfolgen solle. Die einzige Anlage dieser Art, das Prüffeld der Elin-A.-G. in Weiz, liegt für einen Großteil der Elektroindustrie etwas zu weit ab und ist außerdem für eine Höchstspannung von 600.000 Volt gebaut. Dies bedeutet aber nur wenig mehr als das Doppelte der geplanten Betriebsspannung (220 kV) und nach Möglichkeit soll doch die Prüfung bei wesentlich höheren Spannungen erfolgen. Es wäre zwar möglich, die Prüflinge in die Schweiz zu senden, die über eine hervorragend ausgestattete Anlage verfügt, doch ist dies mit einem unerwünschten Verbrauch kostbarer Devisen verbunden, die man gern eingespart hätte. Da traf es sich, daß in einem Labor der Technischen Hochschule in Wien ein Hochspannungstransformator festgestellt wurde, der infolge Raummangel keinen richtigen Aufstellungsort und daher nur sehr selten Verwendung gefunden hatte. Der Transformator, der eine Spannung von $\frac{3}{4}$ Millionen Volt liefern kann, wurde nun zum Mittelpunkt in der Planung einer eigenen elektrotechnischen Versuchsanstalt.

Die Situation war folgende: Vorhanden war der Bedarf und ein Transformator, sowie einige kleinere Instrumente. Ein gleicher Trafo als Gegenstück dazu ist, wie eine eingehende Untersuchung ergab, in absehbarer Zeit beschaffbar. Es ergab sich aber auch, daß insbesondere unsere östlichen Nachbarn an einer Gelegenheit interessiert sind, ihre eigenen Erzeugnisse ebenfalls überprüfen zu lassen, was einen Zugang wertvoller Devisen bedeuten würde. Um dieses Gerüst herum wurde nun der Plan einer eigenen Anstalt entworfen.

Das Unternehmen soll, auf rein kaufmännischer Basis geführt, einmal der Forschung und der Ausbildung des Ingenieurwachstums dienen, andererseits aber durch entgeltliche Prüfung von Industrie-Erzeugnissen sich selbst erhalten. Die Erzielung eines Ueberschusses ist hingegen nur insoweit vorgesehen, als dieser zur Erweiterung der Anlage verwendet werden soll. Die Verwaltung wurde einem zu diesem Zwecke gegründeten Kuratorium übertragen, an dessen Spitze Professor Gauthier steht.

Für die Unterbringung konnte eine Halle der ehemaligen Ostmark-Werke im Wiener Arsenal gesichert werden, die zwar einige leichte Bauschäden aufwies, dafür aber in unmittelbarer Nähe eines Hochspannungskabels liegt, so daß die Zuwegung elektrischer Energie keine nennenswerten Kosten verursacht. Die Einrichtung ist derart gedacht, daß in der Halle das Prüffeld und empfindlichere Instrumente Platz finden, während die Schaltanlage im Freien aufgebaut wird. Der Ausbau selbst soll stufenweise erfolgen und zwar deart, daß vorerst lediglich Spannungsprüfungen bis zu $\frac{3}{4}$ Millionen Volt, später aber auch solche bis zu $1\frac{1}{2}$ Millionen Volt vorgenommen werden können. Leistungsprüfungen sollen dann einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben. Auf diese Weise will man ein organisches Wachstum des Unternehmens erreichen, das weit weniger Kosten verursacht und dazu im Personal erst die richtige Verbundenheit mit dem Werk erweckt, die zu immer besserer Leistung führt.

Die Aufräumarbeiten in der beschädigten Halle sind bereits beendet, mit der Adaptierung wurde begonnen. Bis zum Herbst dieses Jahres kann mit der Betriebsaufnahme gerechnet werden.

Ingo.

Lebensmittel, Rauchware, Kleidung

Schneiden Sie dieses Inserat aus und senden Sie es sofort Ihren Freunden in England und im britischen Weltreich. Diese können Ihnen jetzt durch uns schnell, verlässlich und voll versichert alles senden, was Sie benötigen. Unser Dienst geht nach Österreich, allen Zonen Deutschlands, Tschechoslowakei, Ungarn, Italien, Polen, kurz nach dem ganzen Kontinent. Wir senden auch mit Luftfracht, wenn erforderlich. Bitte, schreiben Sie nicht an uns, wir können wegen Überlastung nicht antworten, aber die Briefe Ihrer Freunde aus England und Empire werden am gleichen Tage erledigt. Tausende unserer Pakete sind schon eingetroffen.

EAGLE COMPANY, 232a Hornby Road, Bombay.

RUNDIFUNKIEMPIFANG -

eine Aufsatzfolge

Die Spule.

Wir hatten bereits im letzten Hefte erwähnt, daß man durch Aufwickeln eines stromdurchflossenen Drahtes seine magnetischen Kraftlinien im Innern der Spule vereinigen und so beachtliche Magnetstärken erzielen kann. Wird eine solche Spule an eine Stromquelle, etwa eine Batterie, angeschlossen, so kann das Magnetfeld der Spule natürlich nicht sofort fix und fertig da sein, sondern muß in einer gewissen Zeit aufgebaut werden, das Feld muß sich erst bis Unendlich ausbreiten. Wie wir wissen, induziert aber ein anwachsendes (sich änderndes) Feld in jedem Leiter, also auch in der Spule, eine Spannung; diese Spannung ist der von der Batterie gelieferten Spannung entgegengerichtet und bewirkt, daß der Strom in der Spule nur langsam ansteigen kann und erst bei Vollendung des Feldaufbaues einen konstanten Wert erreicht. Das Bemerkenswerteste dabei ist, daß der nach dem Ohmschen Gesetz für die Spule „zuständige“ Strom erst nach einer gewissen Zeit erreicht wird, eine Erscheinung, die bei reinen ohmschen Widerständen (also etwa einem Graphitstab) nicht auftritt. Hier sind Spannung und dazugehöriger Strom nahezu augenblicklich und zugleich vorhanden, man sagt, sie seien „in Phase“. Schaltet man die Spule von der Stromquelle ab, so tritt der entgegengesetzte Effekt ein. Durch die Betätigung des Schalters wird der Strom sehr schnell (aber keineswegs plötzlich) auf null reduziert. Dabei wird das Magnetfeld abgebaut und demzufolge in der Spule wiederum eine Spannung induziert, die aber diesmal — entsprechend der umgekehrten Kraftlinienbewegung — der Spannung der Batterie gleichgerichtet ist. Diese Spannung erzeugt über die Wirkung der Batterie hinaus einen „Extrastrom“ aus der Energie des zusammenbrechenden Magnetfeldes und ist verantwortlich für die Oeffnungsfunken, die beim Abschalten von elektrischen Anlagen auftreten. Die eben beschriebene Eigenschaft jedes Leiters und insbesondere jeder Spule nennt man die „Induktivität“ mit der Einheit „Henry“.

Der Kondensator.

Steht ein Leitersystem, etwa zwei parallel gespannte Drähte, unter elektrischer Spannung, so bedeutet dies nach dem Vorhergesagten, daß im negativ geladenen Draht Elektronen im Ueberschuß (unter Druck) und im positiven Draht im Mangel (unter Sog) vorhanden sind. Es ist einleuchtend, daß es von der räumlichen Größe des Leiters abhängig ist, wieviele Elektronen (eine wie große elekt. Ladung) zur Erreichung eines gewissen Druckes (einer Spannung) erforderlich sind. Die Elektronen in einem Leiter verhalten sich etwa wie ein komprimiertes Gas; je größer das zu ladende Leitersystem ist, desto größer ist die für die Erzeugung für eine gegebene Spannung nötige Ladungsmenge. Aber nicht nur von den räumlichen Ausmaßen eines Leiters ist dieses Fassungsvermögen, die „Kapazität“, abhängig, auch der Abstand des Leiters von einem entgegengesetzt geladenen spielt eine maßgebliche Rolle. Dies wird aus folgendem verständlich: Der Druck in einem Leiter ist ja eine Folge der Abstoßung der einzelnen Ladungen. Würden einige Ladungen neutralisiert, so würde der Druck sinken und man müßte abermals neue Ladungen heranzuführen, um den Druck wieder auf das vorherige Maß zu bringen. Dieser Effekt tritt aber tatsächlich ein, wenn dem Leiter ein entgegen-

gesetzt geladener genähert wird. Die Kraftlinien der entgegengesetzten Ladungen kompensieren zum Teil die der Leitereigenen (plus und minus gibt neutral), so daß dem Leitersystem neuerlich Ladung zugeführt werden kann, um die Spannung wieder auf den vorherigen Wert zu bringen. Die Kapazität ist also durch die Annäherung des entgegengesetzt geladenen Leiters gestiegen. Für größere Kapazitäten bringt man daher zweckmäßigerweise flächenförmige Leiter in möglichst kleinem Abstände voneinander isoliert an (Plattenkondensator). Schaltet man einen Kondensator an eine Batterie, so ist der Widerstand im Einschaltmoment gleich null (obwohl der Stromkreis eigentlich durch die Kondensator-Isolation völlig getrennt ist und daher auf die Dauer kein Strom fließen kann). Die Elektronen strömen sozusagen in einen leeren Raum und erst mit steigender Füllung der Kondensatorplatten wächst der Widerstand und damit der Spannungsabfall am Kondensator. Beim Abschalten bleibt die Spannung zwischen den Platten bestehen und wir können die (in dem elektrischen Feld zwischen den Platten enthaltene) Energie in Form von Ladung, wie aus einer Batterie, wieder entnehmen. Als Einheit der Kapazität wählte man das „Farad“ bzw. in einem anderen Maßsystem das „Zentimeter“.

Spule und Kondensator im Wechselstromkreis.

Wenn eine Stromquelle so beschaffen ist, daß der eine Draht immer positiv gegenüber dem anderen bleibt (wie etwa bei einer Batterie), dann spricht man von einer Gleichstromquelle. Das Gegenstück dazu bildet die Wechselstromquelle, bei der durch uns uninteressante Vorrichtungen veranlaßt wird, daß die Polung der beiden Drähte andauernd wechselt. Man macht sich die Verhältnisse an einer Wechselstromquelle am besten in Form eines Diagramms (Abbildung 1) klar, eine Methode, die sich in allen Zweigen der Technik großer Beliebtheit erfreut und immer wieder verwendet werden wird. Bei einem derartigen Diagramm wird in der einen Richtung stets nur eine Größe aufgetragen und abgelesen, in der anderen Richtung nur die andere. Die aus vielen Wertepaaren zusammengesetzte Linie stellt den Zusammenhang zwischen den beiden Größen dar. In dem gezeigten Diagramm ist auf der einen Achse die Spannung, auf der anderen die Zeit aufgetragen. Wir sehen, daß zur Zeit null überhaupt keine Spannung zwischen dem Leiter und seinem Gegenpol besteht, während die Spannung dann kontinuierlich positiv ansteigt und nach $\frac{1}{200}$ sec ihren positiven Höchstwert erreicht. Dann fällt die Spannung wieder, erreicht nach $\frac{1}{100}$ sec wieder den Wert null und nimmt hierauf negative Werte an. Nach $\frac{1}{50}$ sec ist die „Periode“ vollendet

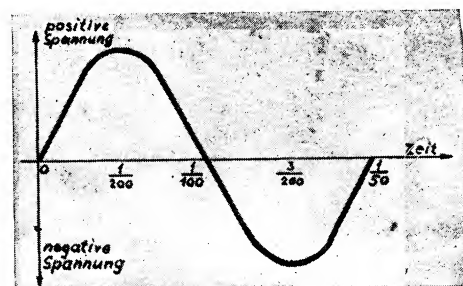


Abb. 1: Zeit-Spannungs-Diagramm einer Wechselspannung

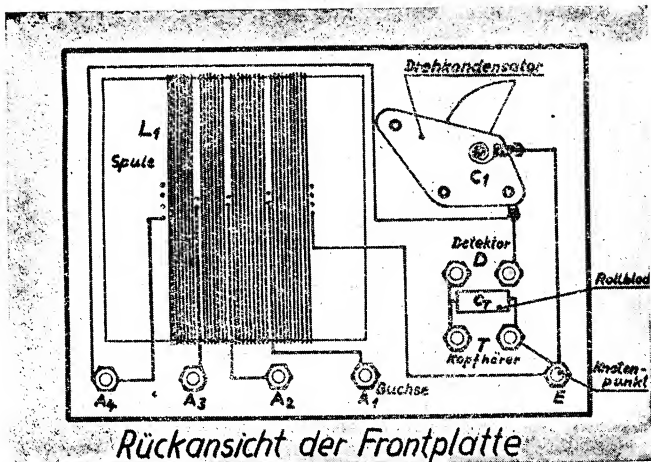


Abb. 6: Aufbau des Gerätes

Hartpapierisolation zwischen den Plattenpaketen. Aus einer längs vergessenen Schachtel holen wir uns einen alten Kopfhörer, von dem wir uns vorerst (eventuell durch Nachfrage beim Fachmann) überzeugen, daß er noch funktioniert. Zur „Gleichrichtung“ benötigen wir noch einen Detektorkristall mit Mechanismus, den wir unter Umständen ebenfalls einem alten Apparat entnehmen können. Sind diese Einzelteile besorgt, so schneiden wir ein Hartholzbrettchen in der nötigen Größe zu und beginnen mit der Montage. Die Spule wird mittels zweier kleiner Schrauben direkt an das Brettchen angeschraubt, daneben wird ein Loch gebohrt und der Drehkondensator mit Hilfe seiner Mutter darin befestigt. Da die meisten Drehkondensatoren Lötösen und keine Schraubanschlüsse tragen, weiten wir die Löcher der Lötösen soweit auf, daß wir eine kleine Schraube durchstecken und mit einer Mutter festziehen können. Dann verbinden wir die Enden der Spule in gezeichneter Weise mit dem Drehkondensator und haben so den Schwingungskreis fertiggestellt. Unterhalb der Spule bohren wir vier Löcher, die zur Aufnahme der Antennenbuchsen dienen sollen. An den Buchsen A₁, A₂ und A₃ befestigen wir die „Anzapfungen“ der Spule, d. h. die sorgfältig isolierten und gut verdrehten Enden der beiden benachbarten Spulenteile. Wo immer wir einen Draht festschrauben, achten wir auf sorgfältige „Abisolierung“ und darauf, daß der Draht in solchem Windungssinn um die Schraube gelegt wird, daß er beim Anziehen der Schraube nicht wieder aufgerollt wird. Wenn wir nun an die Buchse A₁ und die Erdbuchse E (dem anderen Spulenende) die von der Antenne gelieferte hochfrequente Wechselspannung anlegen (indem wir bei A₄ die Antenne und bei E die Erde mittels Bananenstecker einstecken), so wird jene Frequenz an dem Schwingungskreis den größten Spannungsabfall erleiden, die durch die jeweilige Einstellung des Drehkondensators gerade bestimmt ist. Wir brauchen also diese Spannung (nach Gleichrichtung durch einen Detektor) nur dem Kopfhörer zuzuführen (Abb. 6) und haben schon Stationsempfang. Wir schalten den Apparat gemäß Zeichnung und Schaltschema fertig, stecken in die dafür vorgesehenen Buchsen Antenne, Erde, Detektor und Kopfhörer ein und versuchen, durch Hin- und Herdrehen des „Drehkos“ Stationsempfang zu bekommen. Das wird abends in der Regel bei mehreren Sendern der Fall sein. Der parallel zum Kopfhörer gezeichnete Kondensator (Rollblock) ist vorderhand nicht nötig, er trägt zur Verbesserung des Empfanges bei und kann jederzeit nachträglich eingebaut werden (2000 μ F). — Im nächsten Heft werden wir einige interessante und lehrreiche Versuche mit dem aufgebauten Gerät beschreiben.

Neue Erkenntnisse in der Relativitätstheorie

Ergänzend zu unserem einführenden Artikel über die Relativitätstheorie in „das elektron“, Heft 3, bringen wir unseren Lesern kommentarlos zwei ergänzende Meinungen:

1.

Der in Oesterreich geborene Professor am Physikalischen Institut für fortgeschrittene Studien in Dublin, Dr. Erwin Schrödinger, erklärte, daß ihm die gültige Verallgemeinerung der Einsteinschen Relativitätstheorie gelungen sei. Dr. Schrödinger gab seine neue Erkenntnis, ähnlich wie sein großer Vorgänger Einstein, in Gestalt von algebraischen Formeln und Symbolen bekannt. Habe die Einsteinsche Theorie bisher nur für die Gesetze der Schwerkraft gegolten, so sei das Ergebnis seiner Erkenntnis nun deren Erweiterung auf das Gebiet des Elektromagnetismus. Dr. Schrödinger führte aus, daß seine gewonnenen Erkenntnisse nun die Erklärung geben würden, warum eine rotierende Masse, wie etwa die Erde, ein magnetisches Feld habe. Die Einsteinsche Theorie mit ihrem rein mathematischen Charakter habe nun ihre Ausdehnung auf den Elektromagnetismus erfahren. Die neue Theorie gründet sich auf „eine allgemeine, nicht symmetrische Affinität, und andere Gelehrte seien nur darum nicht zu dem gleichen Ergebnis gekommen, weil sie eine symmetrische Affinität mit nur 45 Komponenten anstatt einer allgemeinen mit 64“ verwendet hätten. (Presse.)

2.

Professor P. M. S. Blackett legte der Königlich Britischen Akademie der Wissenschaften aufsehenerregende Beweise für ein von ihm entdecktes „Gesetz des Universums“ vor, das an Hand verschiedener Experimente ein Bindeglied zwischen den mechanischen und elektromagnetischen Theorien bildet, nach dem die Gelehrten seit der Verkündung der Relativitätstheorie durch Einstein (siehe „das elektron“, Heft 3/47) bisher vergeblich versucht hatten.

Blackett's Gesetz besagt, daß rotierende Körper, einschließlich der Erde, Sonne und aller Himmelskörper, durch ihre Umdrehung ihr eigenes magnetisches Feld schaffen. Damit wird zum erstenmal die Schwerkraft als eine besondere Form des Magnetismus bezeichnet. Das Gesetz besagt, daß jeder große rotierende Körper ein Magnet ist.

Blackett kam zu diesem Schluß durch ein genaues Studium der kosmischen Strahlen. Diese werden durch das magnetische Feld der Sonne und Erde beeinflusst. Blackett bemühte sich aber auch, zu bestimmen, inwieweit sie durch andere Himmelskörper beeinflusst werden.

Bis zur Zeit, wo das Mount-Wilson-Observatorium das magnetische Feld des weit entfernten Sternes „78 Virginia“ messen konnte, waren die beiden einzigen Himmelskörper im Weltraum, deren magnetische Felder bekannt waren, die Erde und die Sonne.

Durch Vergleich der bekannten Tatsachen dieser drei Himmelskörper fand Blackett, daß alle drei der von ihm aufgestellten Gleichung entsprachen.

Das konnte seiner Ueberzeugung nach kein Zufall sein. Wenn schon die Beziehung zwischen Erde und Sonne ein Zufall hätte sein können, beweist die dritte Bestätigung nach Blacketts Ansicht das Bestehen eines auf das gesamte Universum anwendbaren Gesetzes.

Die neue Theorie könnte sich nach dem Studium der magnetischen Felder weiterer Himmelskörper als Bindeglied zwischen der Newtonschen und Einsteinschen Theorie erweisen.

Hervorragende Physiker, Astronomen und Mathematiker konnten, nachdem sie den Erklärungen Blacketts gefolgt waren, seinen Argumenten nichts entgegensetzen. (JNS.)

Für unsere Leser bevorzugt lieferbar.

Die bei uns inserierende Firma Jäger bittet unsere Leser um Verständnis und Geduld, da es ihr nicht möglich ist, die sehr große Zahl der einlaufenden Bestellungen auf einmal auszuliefern. Die Bestellungen werden laufend erledigt. Versandlisten können von der Firma M. Jäger, Linz, Postfach 46, direkt angefordert werden

Die „sprechende Lampe“ / Eine alte Erfindung modernisiert

Kurz vor Kriegsende brachte die Lampenabteilung der Westinghouse-Gesellschaft eine „sprechende Lampe“ heraus, die ein gegenseitiges Ferngespräch über ein infrarotes Strahlenband ermöglicht. Die Erfindung war ursprünglich nur für Kriegszwecke bestimmt, könnte aber auch viele friedensmäßige Auswertungsmöglichkeiten finden, wie etwa für einen Fernsprechverkehr vom Schiff zur Küste oder in Katastrophengebieten mit unterbrochenen oder durch besondere Verhältnisse unmöglich gewordenen Fernsprechverbindungen. Die Infrarot-Sendung hat den Vorteil, gegen atmosphärische Störungen, gegen Schlechtwettereinbrüche — ausgenommen außergewöhnlich dichten Nebel oder Rauch — unempfindlich zu sein.

Die „Infrarot-Bündelsendung“ geht nach Art der Radiotelephonie vor sich. Als Trägerwellen dienen aber nicht lange Radiowellen, sondern ultrakurze Wärmestraahlen, deren Frequenz etwa 350 Millionen mal größer ist als die des üblichen Rundfunkbandes. Die Infrarotstrahlen sind unsichtbare Lichtstrahlen, die sich zum Unterschied von langwelligen Radiowellen nicht der Erdkrümmung anpassen, sondern ebenso wie die ultrakurzen Wellen durch den Horizont abgegrenzt werden.

Als Sender dient die mit Cäsiumdampf gefüllte Lampe selbst. Sie ist im Brennpunkt eines Reflektors, ähnlich dem für Scheinwerfer verwendeten, angebracht, der zwecks Erzielung einer entsprechenden Reichweite mit freier Fernsicht möglichst hoch, z. B. auf einem Haus oder Mast, seinen Platz findet. Die Besprechung des „Licht“-Bogens erfolgt wie bei einer Radiosendung über ein Mikrophon. Auf der Empfangsseite steht gleichfalls ein Reflektor, in dessen Brennpunkt eine lichtelektrische Zelle befestigt ist. Der in ihr beim Auftreffen der Schwingungen entstehende Strom wird nach ausreichender Verstärkung in hörbare akustische Schwingungen rückverwandelt.

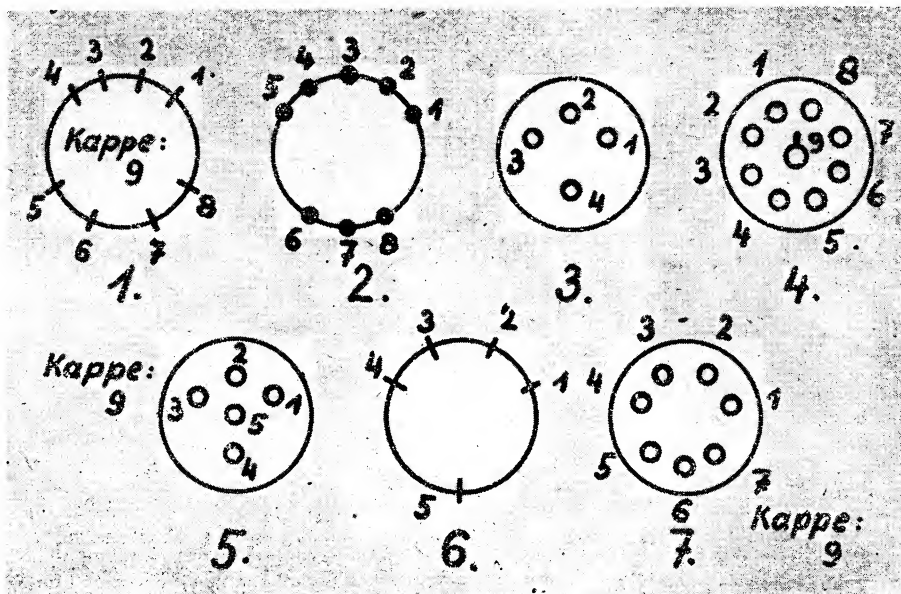
Die Modulationsfähigkeit der Infrarotröhre ist so groß, daß innerhalb des Hörfrequenzbestandes zwischen

200 und 3000 Schwingungen (die Bandbreite für Musikübertragung im Radio beträgt 9000 Hz) Wirkungsmaxime bis zu 100 Prozent auftreten. (Eine 60-Watt-Haushaltslampe könnte nur bis höchstens $\frac{2}{10}$ Prozent moduliert werden.)

Da der Cäsiumdampf nicht nur einen kräftigen Generator für infrarote Strahlen darstellt, sondern auch nur sehr geringe Leuchtkraft besitzt, eignet sich die neue Lampe ganz hervorragend für unsichtbare Telephonie. Dem Erfinder zufolge überträgt die Cäsiumlampe die Worte nahezu ohne Verzögerung im normalen Gesprächstempo und mit der gleichen Wirklichkeitstreue wie ein Telefon. Man darf sie nicht mit Blinker-Signalvorrichtungen, sei es mit Hilfe von sichtbarem Licht oder Infrarot-Strahlung, verwechseln, mit denen höchstens sechs Worte in der Minute erreichbar sind, weil jedes Wort mit Hilfe eines Jalousiensystems buchstabiert werden muß. Die Infrarotstrahlen, deren Wellenlänge in der Gegend von 0,0008 Millimeter liegt, werden in einem Bündel von 25 Grad Öffnung ausgesendet. Das bedeutet, daß ein Empfang in einer Entfernung von 16 km in einer Breite von 8 km möglich ist.

In den Westinghouse-Laboratorien wurden verschiedene Formen von Infrarot-Röhren für 15 bis 600 Watt versucht. Es hat sich dabei ein Strombedarf zwischen 40 und 100 Watt am vorteilhaftesten für verschiedene Verwendungszwecke erwiesen, woraus der verhältnismäßig geringe Strombedarf bei diesem neuen Nachrichterverkehrsmittel ersichtlich wird.

Auch eine Standardtype der Röhre wurde hergestellt. Sie besteht aus einer luftdicht abgeschlossenen, mit Cäsiumdampf und Argon gefüllten, 33 cm langen inneren Röhre, in der sich ein 7,5 cm langer, 2 cm im Durchmesser haltender Infrarot-Lichtbogen bildet. Um die Wärmeausstrahlung nach außen zu hemmen, ist eine äußere Röhre von 5 cm lichter Weite eingeschlossen. Die Brenndauer beträgt 100 Stunden.



Erklärung für die in Spalte „Verwendung“ gebrauchten Abkürzungen

NF	.....	Niederfrequenzverstärker
WV	.....	Widerstandsverstärker
E	.....	Endröhre
Osz.	.....	Oszillator
A	} Gegentakt	A-Verstärker
B		B-Verstärker
AB		AB-Verstärker
D.Gl.	.....	Diodengleichrichter
M	.....	Mischröhre
Mr	.....	Mischröhre, geregelt

MA	.....	Magisches Auge
HF	.....	Hochfrequenzverstärker
HFR	.....	Hochfrequenzverstärker, geregelt
ZF	.....	Zwischenfrequenzverstärker
ZFR	.....	Zwischenfrequenzverstärker, geregelt
Z	.....	Doppelweggleichrichter

Gitter-Wechselspannungsbedarf und Spreitleistung gelten bei den in A-, AB- und B-Schaltung angeführten Röhrentypen immer für zwei in Gegentakt geschaltete Röhren, der Außenwiderstand ist von Anode zu Anode gemessen



AM - FM - PM

Eine grundsätzliche Klarstellung der Begriffe

Während in den Anfängen der Funktechnik zur Zeichen- und Sprachübertragung nur Amplitudenmodulation (AM) verwendet wurde, hat man in den letzten Jahren auch andere Modulationsarten mit Erfolg zur Anwendung gebracht.

Was ist nun eigentlich Modulation?

Unter Modulation versteht man die Beeinflussung einer hochfrequenten Schwingung, die man auch als „Träger“ bezeichnet, durch das zu übertragende Zeichen. Mit anderen Worten ausgedrückt, hat der „Träger“ die Aufgabe, das zu übertragende Zeichen (z. B. Musik oder Sprache) zum Empfänger zu tragen.

Da der Sender ungedämpfte, hochfrequente Schwingungen ausstrahlt, sind diese sinusförmig und dementsprechend von der Formel

$$i = J_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

wobei:

- i = der Strom im Augenblick t
- J_0 = der Maximalwert des Stromes
- ω = die Kreisfrequenz $2\pi f$ (wobei f die Frequenz ist) und
- φ = der Phasenwinkel

Eine derartige Schwingung ist in Abbildung 1 zu sehen und mit HF gekennzeichnet. Auch der Nichtmathematiker sieht aus der Formel, daß folgende Möglichkeiten zur Beeinflussung des Trägers gegeben sind:

1. Aenderung der Amplitude (des Maximalwertes) J_0 im Takt der aufzudrückenden Niederfrequenz (NF).

Dieser Fall wird in der Praxis sehr oft angewandt. Alle Sender, die wir mit unserem Radioapparat empfangen, sind amplitudenmoduliert.

Abbildung 1 zeigt uns die Hochfrequenz (HF) und die Niederfrequenz (NF), mit der die HF moduliert werden soll. Die modulierte Schwingung ($HF + NF$) ist dann in der gleichen Abbildung unten zu sehen. Es ist klar ersichtlich, daß die Frequenz gleichgeblieben ist, die Amplitude aber im Takt der NF schwankt. Technisch kann man die Amplitudenmodulation am einfachsten verstehen, wenn man sie sich durch ein in die Sender-Antenne geschaltetes Kohlenmikrophon entstanden denkt. Durch den im Rhythmus der Schallschwingungen sich ändernden Mikrophonwiderstand ändert sich der Antennenstrom und damit die HF-Amplitude.

2. Aenderung der Kreisfrequenz im Takt der aufzudrückenden Niederfrequenz.

Da aber die Kreisfrequenz bekanntlich das Produkt $2\pi f$ darstellt (wobei 2π konstant bleibt), so ist es nur nötig, die Frequenz dementsprechend zu modulieren (Frequenzmodulation = FM).

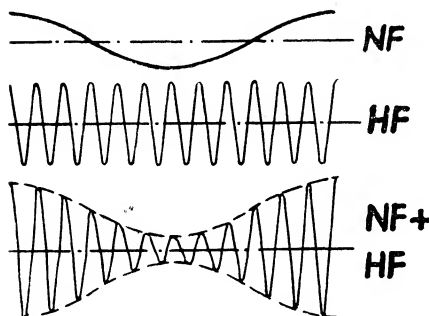


Abbildung 1

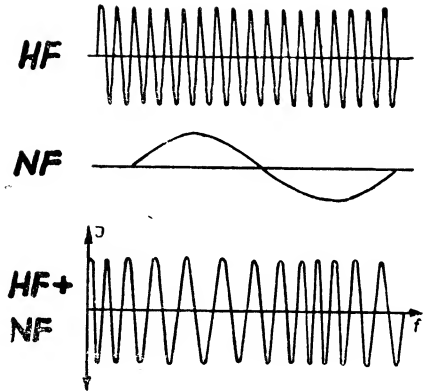


Abbildung 2

Die Darstellung einer derart modulierten Schwingung ist in Abbildung 2 ersichtlich. Durch die niederfrequente Beeinflussung wird die hochfrequente Schwingung auf der Zeitlinie gedehnt, d. h. die augenblickliche Frequenz ist kleiner als die mittlere Frequenz (Trägerfrequenz), oder zusammengedrückt, wenn die augenblickliche Frequenz größer als die Trägerfrequenz ist.

Während bei der AM der Sender dauernd eine hochfrequente Schwingung ganz bestimmter Frequenz ausstrahlt und man mit allen Mitteln bemüht ist, die Frequenz möglichst konstant zu halten, erfolgt die Modulation bei der FM dadurch, daß die Frequenz, also die Schwingungszahl pro Sekunde, im Takt der aufgedrückten Tonfrequenz um einen gewissen Mittelwert schwankt. Die einfachste Möglichkeit der praktischen Durchführung dieser Modulationsart wäre ein parallel zum Schwingkreis des Senders geschaltetes Kondensator-Mikrophon. Durch die Tonschwingungen ändert sich die Kapazität des Mikrophons und damit auch die Resonanzfrequenz des Schwingkreises. Die ausgestrahlte Hochfrequenz hat konstante Amplitude und im Rhythmus der Modulation veränderliche Frequenz.

Einer der großen Vorteile der Frequenzmodulation ist nun die konstante Amplitude der ausgestrahlten Hochfrequenz. Da die meisten Störungen durch Amplituden-Änderungen gekennzeichnet sind, ist es selbstverständlich, daß ein Empfänger, der zum Empfang amplitudenmodulierter Sendungen gebaut ist, diese Störungen wiedergibt. Bei einem FM-System ist aber die ausgesandte Welle in ihrer Amplitude absolut konstant und es ist damit im Empfänger die Möglichkeit geboten, durch einen sogenannten Amplitudenbegrenzer, der automatisch alle HF-Schwingungen zu großer Amplitude abschneidet und nicht weiter verstärkt, Störungen weitgehend zu unterdrücken.

Dies ist nur einer der vielen Vorteile der FM, der sich besonders empfängerseitig auswirkt. Nachteil ist, daß FM mit einigermaßen gutem Wirkungsgrad nur dann möglich ist, wenn ein großes Frequenzband zur Verfügung steht. Mit der im Mittelwellenbereich üblichen Bandbreite von 9 kHz läßt sich bei Anwendung von FM nicht auskommen. Daher werden FM-Sendungen nur auf dem UKW-Band durchgeführt und sind dementsprechend, wie die Lichtwellen, nur auf optische Sicht zu übertragen. Ausnahmen davon, durch besondere Naturverhältnisse bedingt, sind wohl beobachtet worden, können aber nicht als Regel gelten.

3. Aenderung der Phase φ im Takt der aufzudrückenden Niederfrequenz (Phasenmodulation = PM).

Als letzte Variationsmöglichkeit unserer Ausgangsgleichung bleibt, wenn wir von t (der Zeit) absehen, nur noch die augenblickliche Lage der Schwingung, die Phase, über.

Da durch die Phasenänderung, wie ja leicht einzusehen ist, auch eine Frequenzänderung erreicht wird, sind die beiden Verfahren in ihrer Verwendungsmöglichkeit ziemlich gleichwertig.

Die einfachste Möglichkeit zur Erzielung einer PM ist die Umwandlung einer amplitudenmodulierten Schwingung in eine phasenmodulierte. Dies wird dadurch erreicht, daß man dem amplitudenmodulierten Träger eine unmodulierte Schwingung gleicher Frequenz, die aber um 90 Grad gegenüber der modulierten Trägerfrequenz in der Phase verschoben ist, zusetzt. Das Ergebnis ist die erwünschte phasenmodulierte Schwingung.

FEHLER SUCHEN- FEHLER FINDEN

EINE ARTIKELSERIE

Die richtige und zweckmäßigste Art der Fehlersuche in Rundfunkempfängern kann nicht aus Büchern, Aufsätzen oder Anleitungen erlernt werden. Für den guten Reparaturfachmann ist es vielmehr unerlässlich, sich dauernd mit den Geräten zu befassen, aus den gefundenen Fehlern zu lernen und solcherart seine Erfahrungen zu sammeln. Trotzdem kann aber eine Zusammenstellung der Fehlermöglichkeiten im Empfänger nützliche Hinweise geben und es muß vor allem auch eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte bei der Fehlersuche berücksichtigt werden, wenn sie nicht in ein völlig planloses Probieren ausarten soll, bei dem dann der Erfolg rein dem Zufall überlassen bleibt.

Obwohl eine Selbstverständlichkeit, kann doch hier nicht ausdrücklich genug darauf hingewiesen werden, daß die gründliche Kenntnis der Funktion des vorliegenden Gerätes in allen Einzelteilen für die erfolgreiche Fehlersuche unerlässliche Voraussetzung ist. Nicht nur praktische Erfahrungen, sondern auch eine Fülle theoretischer Kenntnisse muß der gute Reparaturfachmann haben. Diese Kenntnisse sind es, die ihn befähigen, auch in schwierigen Fällen, in welchen eine Anleitung oder Fehlersuchtablette nicht ausreichende Hinweise gibt, erfolgreich zu sein. Eine gute Köchin kocht bekanntlich nicht streng nach Kochbuch. So kann auch eine Fehler-tabelle kaum jedem Falle gerecht werden und Anspruch auf Vollständigkeit erheben, was auch gar nicht wünschenswert wäre, denn sie würde unübersichtlich und unhandlich werden.

Als äußerst wichtiges Hilfsmittel bei der Fehlersuche ist ein vollständiges Prinzipschema mit genauen Wertangaben der Empfängereinzelteile zu nennen, auf das man sich unbedingt verlassen kann. Liegt ein solches nicht vor, kann man leicht zu falschen Schlußfolgerungen kommen und die Fehlerstelle immer wieder übersehen. Nur sehr erfahrene Reparaturfachleute können ein Schaltbild missen, da sie dieses gewissermaßen bereits im Kopfe haben. Nicht immer aber liegt ein brauchbares Schaltbild vor und ist auch heute nur in seltenen Fällen beschaffbar. Es muß dann wohl besonders dem Anfänger geraten werden, das Schema an Hand des Gerätes aufzunehmen, wengleich dies eine außerordentlich zeitraubende und mitunter auch recht schwierige Arbeit ist. Dadurch aber wird man mit dem Gerät vertraut und lernt es in allen Teilen kennen, auch in denen, wo kein Fehler vorliegt. Die sinnngemäße Aufzeichnung des Schaltbildes zwingt gleichzeitig zum Überdenken der Funktion der einzelnen Teile. Wer als Anfänger diese etwas weitgehende Vorarbeit zur Fehlersuche geleistet hat, wird dies später, wenn er laufend Reparaturen ausführt, nicht zu bereuen haben. Es dürften daher einige Hinweise zur Schaltungsaufnahme nicht ohne Interesse sein.

Die Schaltung wird vom Apparat-Eingang, Antenne und Erde, zum Apparat-Ausgang, Lautsprecher und Netz, hin entsprechend von links nach rechts aufgezeichnet. Die verwendeten Röhren folgen in richtiger Funktionsfolge aufeinander. Die Bezugsleitung wird stärker gezeichnet als die übrigen Verbindungsleitungen, und zwar in gleicher Höhe mit der Erdklemme. Sie ist entweder direkt oder über einen Kondensator mit Erde verbunden. Die positive Leitung wird etwas tiefer unter der Bezugsleitung gezeichnet, darunter kommt der Netzteil. Die Röhren werden mit den üblichen Schaltzeichen, nicht mit der tatsächlichen Sockelschaltung gezeichnet,

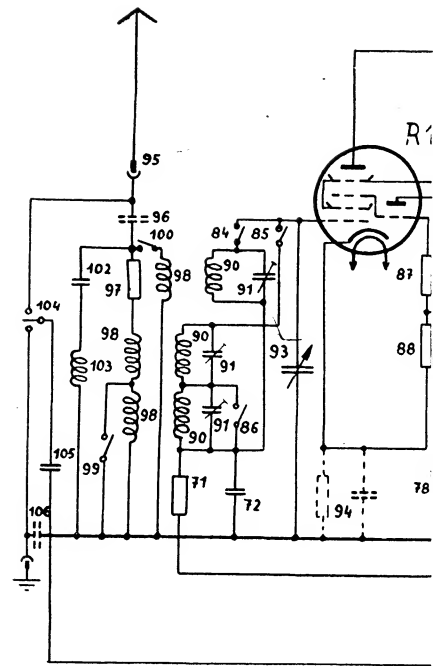


Abbildung 1: Prinzipschaltbild eines Überlagerungsempfängers

	81	82	83	84	85	86	87	88	89
MW.		●	●		●	●	●	●	●
LW.		●			●				
KW.	●			●					
TA.									

Wellenschalter: ● geschl. □

da sonst eine verwirrende, unübersichtliche Leitungsführung das Resultat ist. Es ist zweckmäßig, die Sockelschaltungen ebenso wie den Wellenschalterplan unter die Schaltung zu zeichnen. Zur Aufnahme des Netzteiles geht man einerseits von der Gleichrichterröhre, andererseits vom Netz aus. Alle Anoden- und Schirmgitterkreise werden rechts neben der Röhre gezeichnet. Sie werden auf ihrem Gleichstromwege bis zur Plusleitung verfolgt. Den Pluspol des Apparates findet man am leichtesten, wenn man den Gleichstromweg von der Anode der Endröhre weg verfolgt. Auch die Kathodenkreise werden in gleicher Weise zur Bezugsleitung verfolgt und unterhalb der Röhre gezeichnet. Die Steuer-gitterkreise kommen links neben die Röhre. Es ist sehr anzuraten, alle Kondensatoren, Widerstände und sonstigen Einzelteile, die man bei Verfolgung der genannten Gleichstromkreise angeschlossen findet, die aber nicht unmittelbar zu diesen Stromkreisen gehören, vorerst nur anzudeuten und ihre Größenwerte festzuhalten. Keinesfalls darf man sich dadurch von dem Stromkreis, den man gerade verfolgt, abbringen lassen. Alle Wechselstromleitungen und Hochfrequenzkreise werden zuletzt gezeichnet, wodurch sich direkt zwangsläufig der Zusammenschluß aller noch fehlenden Verbindungen ergibt.

Es ist am besten, wenn man auch dann in der beschriebenen Weise vorgeht, wenn man nur einen Teil des Gerätes überprüfen will, weil man z. B. einen Schaltfehler darin vermutet. Durch Vergleich mit dem Gesamtschema werden dann Abweichungen leicht festgestellt. Andernfalls können leicht Verbindungen übersehen werden. Das Nachziehen der Leitungen mit Farbstift aber verdirbt das Schaltbild. Schaltungsfehler sind übrigens mit einiger Wahrscheinlichkeit nur in selbstgebaute n Geräten, nicht aber in Industriegeräten, welche bereits einmal ordnungsgemäß funktioniert haben, es sei denn, daß sie seither in fachkundige Hände gekommen sind, zu vermuten.

Um den Fehler in möglichst kurzer Zeit zu finden, ist es sehr wichtig, die Fehlerstelle möglichst einzukreisen, d. h. jenen Apparateteil, also zumindest jene Stufe, ausfindig zu machen, in der der Fehler liegen muß. Für diese Lokalisierung des Fehlers können schon einige leicht zu treffende Feststellungen von Bedeutung sein.

ELEKTROKURS

für den Anfänger

5. Fortsetzung.

„das elektron“ stellt allen seinen Lesern, die den „Elektrokurs für Anfänger“ durcharbeiten und sich nach Abschluß einer erfolgreichen Prüfung unterziehen, ein diesbezügliches Diplom aus. Nähere Bestimmungen werden nach Abschluß des Kurses, der mit Heft 12/47 beendet wird, veröffentlicht.

Durch eine ganz einfache weitere Ueberlegung ist es uns nun möglich, mit unserer Tabelle jede beliebige Leitung auf ihren ohmschen Widerstand zu berechnen.

Angenommen, wir haben eine Cu-(Kupfer-)Leitung von 50 m Länge und 0,5 mm² Querschnitt auf ihren ohmschen Widerstand zu berechnen. Wir machen dies in zwei Etappen:

1. Durch Multiplikation des spez. Widerstandes mit der zu berechnenden Leitungslänge erhalten wir den Widerstand einer 1-mm²-Leitung. Beispiel: $0,0175 \times 50 \text{ m} = 0,875 \text{ Ohm}$.

2. Nun müssen wir von der 1-mm²-Querschnitt-Leitung auf den Querschnitt von 0,5 mm² zurückschließen. Eine Ueberlegung zeigt uns, daß der Widerstand um so größer wird, je kleiner der Querschnitt ist. Bei kleinerem Querschnitt müssen sich die Elektronen ja (bildlich gesprochen) viel mehr zusammendrücken und reiben sich daher viel stärker aneinander. Da diese Widerstandserhöhung linear mit der Querschnittsverminderung zunimmt, hat unsere zu berechnende Leitung bei halbem Querschnitt doppelten Widerstandswert.

Formelmäßig schaut das so aus:

l Drahtlänge in m
 q Drahtquerschnitt in mm²
 R Widerstand in Ohm

Bei der Verwendung von q ergibt sich folgende

Formel:

$$R = q \cdot \frac{l}{q}$$

Wenn wir aber lieber mit κ rechnen, brauchen wir ja nur zu bedenken daß $q = \frac{1}{\kappa}$ ist, und dies dementsprechend in die obige Gleichung einsetzen.

$$R = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{l}{q}$$

Die so gefundene Formel (wir brauchen uns ja nur eine merken) ist außer dem Ohmschen Gesetz das Einmaleins des Elektrotechnikerns.

Man merkt sie sich am einfachsten, wenn man bedenkt, daß der Widerstand um so größer wird, je länger die Leitungslänge ist. Dementsprechend muß l im Zähler kommen. Da der Widerstand um so kleiner wird, je größer der Querschnitt ist, müssen wir q im Nenner nehmen. Verwenden wir q , so ergibt sich (wieder durch Ueberlegung), daß, da q ja der Widerstand pro Meter ist, es ebenfalls im Zähler kommen muß.

Mit den bisher gelernten Formeln und Regeln ist es uns möglich, einfache Gleichstromkreise und Widerstände zu berechnen. Was nun aber, wenn die Sache



Bild 1

ein bißchen komplizierter wird? Aber keine Angst, es wird schon nicht zu schwierig werden. Mit einiger Ueberlegung wird es uns gelingen, auch auf den ersten Moment nicht ganz einfach erscheinende Aufgaben zu lösen.

Betrachten wir einmal Bild 1. Dieses zeigt uns drei Widerstände (im Schaltschema wird ein Widerstand immer als längliches Rechteck gezeichnet), die zusammengeschaltet sind. Es gibt nun bei der Zusammenschaltung von elektrotechnischen Grundelementen (Widerständen, Kondensatoren, Spulen usw.) zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

- Serienschaltung,
- Parallelschaltung.

Serien- oder mit einem anderen Ausdruck Hintereinanderschaltung liegt dann vor, wenn die einzelnen Schaltelemente wie die Wagen eines Eisenbahnzuges zusammenhängen, aneinandergereiht sind. Die Begriffe Serienschaltung — Hintereinanderschaltung — Reihenschaltung sind gleichartig.

Von Parallelschaltung wird dann gesprochen, wenn z. B. an einer Steckdose durch einen Kreuzstecker eine Stehlampe und ein Elektrokocher angeschlossen sind. Eine Parallelschaltung liegt dann vor, wenn alle Verbraucher (Lampen, Kocher, Radioapparate usw.) von der gleichen Stromquelle (z. B. Batterie oder Netz) mit der gleichen Spannung gespeist werden.

Diese Begriffe der Serien- bzw. Parallelschaltung müssen uns in Fleisch und Blut übergehen, denn sie sind grundlegend für das Verständnis elektrischer Vorgänge.

Schauen wir uns nochmals Abbildung 1 an und besprechen wir diese Teil für Teil durch. Da sehen wir ganz unten durch zwei Pfeile, in deren Mitte U_0 steht, die Gesamtspannung, die an der ganzen Widerstandsanordnung liegt, gekennzeichnet. U ist bekanntlich die Bezeichnung für die Spannung und das kleine, unten angeführte g (auch Index- g genannt) ist die Abkürzung für „gesamt“. Diese Spannung U_g treibt nun durch die zusammengeschalteten Widerstände einen Gesamtstrom J_g . Dieser Strom fließt links, wie ja auch durch den Pfeil gekennzeichnet, in die Zusammenschaltung der drei Widerstände hinein und ganz rechts, wieder durch einen Pfeil gekennzeichnet, aus der Widerstandsansordnung heraus.

Fortsetzung folgt.

Berichtigung: Im „Elektrokurs für den Anfänger“ ist in der 3. Fortsetzung, Heft 3/47, Seite 62, in der 11. Zeile von oben ein Druckfehler unterlaufen. Hier heißt es: ... eine Arbeit von $100 \cdot 20 = 200 \text{ kgm}$ vollbracht. Das soll natürlich 2000 kgm heißen. Bitte entschuldigen Sie den Fehler.

Durch den großen Anstieg der Papierpreise und Druckkosten sind nunmehr auch wir gezwungen, den Preis unserer elektro- und radiotechnischen Monatshefte „das elektron“ auf S 2,— zu erhöhen. Bisher eingelangte Abonnements werden ohne Nachzahlung weiterbeliefert. Wir bitten unsere Leser um Verständnis

TECHNIK —

OHNE ELEKTROTECHNIK

Fliegende Bomben

Der erste Weltkrieg brachte durch den Einsatz völlig neuartiger Kampfmittel eine grundlegende Aenderung der Kriegsführung mit sich. Zum erstenmal in der Geschichte lag das Schwergewicht auf dem Großeinsatz technischer Kampfmittel, wie Flugzeug, U-Boot, Panzer usw.

Im vergangenen Kriege schien es zunächst, als ob man sich mit der Weiterentwicklung bereits bestehender Kampfmittel begnügen würde. Wohl wurde der Aktionsradius der Flugzeuge erhöht, ihre Geschwindigkeit gesteigert, die Panzerung und Armierung der Tanks gewaltig hinaufgeschraubt usw. Dies alles war aber im Grunde nichts Neues. Erst in der zweiten Hälfte und vor allem gegen Ende des Krieges kamen neue Waffen zur Anwendung, die unter Umständen einen völligen Umschwung der Kriegsführung in einer künftigen Auseinandersetzung herbeiführen könnten: Die ferngesteuerten Flugbomben.

Als man in Deutschland sah, daß die Jagd- und Flakabwehr gegen die amerikanischen Bomberpuls völlig unzureichend war, wurde die Forschung mit der Konstruktion und Weiterentwicklung fliegender, ferngesteuerter Bomben beauftragt, mit deren Hilfe man die Luft-herrschaft über Deutschland zurückzugewinnen hoffte.

Als gegen Ende 1945 die englische Armee in Farnborough eine Ausstellung der in Deutschland vorgefundenen neuen Waffen veranstaltete, waren auch eine große Zahl derartiger Flugbomben zur Schau gestellt. Ihre nähere Betrachtung lohnt sich um so mehr, als damit zu rechnen ist, daß in einem künftigen Kriege (Gott beschütze uns davor!) gerade diese Waffen weitgehend zum Einsatz kommen werden. Bekanntlich arbeiten ja amerikanische und englische Wissenschaftler zur Zeit sehr intensiv an der Weiterentwicklung ferngesteuerter Flugbomben.

Bereits im Jahre 1943 wurden die ersten Flugbomben vom Typ 1400 FX und Henschel HS-293 von der deutschen Luftwaffe im Mittelmeer gegen alliierte Schiffsziele eingesetzt. Beide Bomben können vom Mutterflugzeug aus ferngesteuert werden. Während die 1400 FX noch keinen eigenen Antrieb besitzt, sondern nur durch Fernlenkung der Steuerflächen zum Ziel hindirigiert wird, besitzt die Flugbombe „HS-293“ bereits einen Hilfsraketenantrieb, der zwar zu schwach ist, um sie gleich einem Flugzeug im horizontalen Flug voranzutreiben, der aber immerhin ihren Flug weitgehend beeinflussen kann. Mit diesen beiden Bombentypen wurden seinerzeit beträchtliche Erfolge erzielt.

Die deutsche Flugbombe vom Typ „Blohm und Voß BV 226“ (Bild 1) war ebenfalls zum Einsatz gegen Schiffsziele bestimmt. Sie besaß keinen eigenen Antrieb, sondern wurde mit großer Geschwindigkeit im Gleitflug gegen das Schiffsziel ferngelenkt. Unter den Tragflächen der Bombenflugzeuge Ju-88, Ju-188, Ju-388

und Do-217 konnten je zwei dieser Bomben befestigt werden. Zwei Glühlampen erleichterten die Fernlenkung während des Gleitfluges.

Wie bereits erwähnt, war es besonders die Ohnmacht der deutschen Luftverteidigung, die eine Entwicklung neuer Flugbomben notwendig machte. Man konstruierte also raketengetriebene Explosionskörper, die entweder vom Boden oder von Jagdflugzeugen aus in die alliierten Bomberpuls abgeschossen wurden. Während des Fluges konnten diese Raketenkörper ferngelenkt werden. Der größte Teil dieser deutschen Flugbomben war jedoch gegen Ende des Krieges noch im Versuchsstadium, so daß über die Wirksamkeit dieser Waffen nur Vermutungen möglich sind.

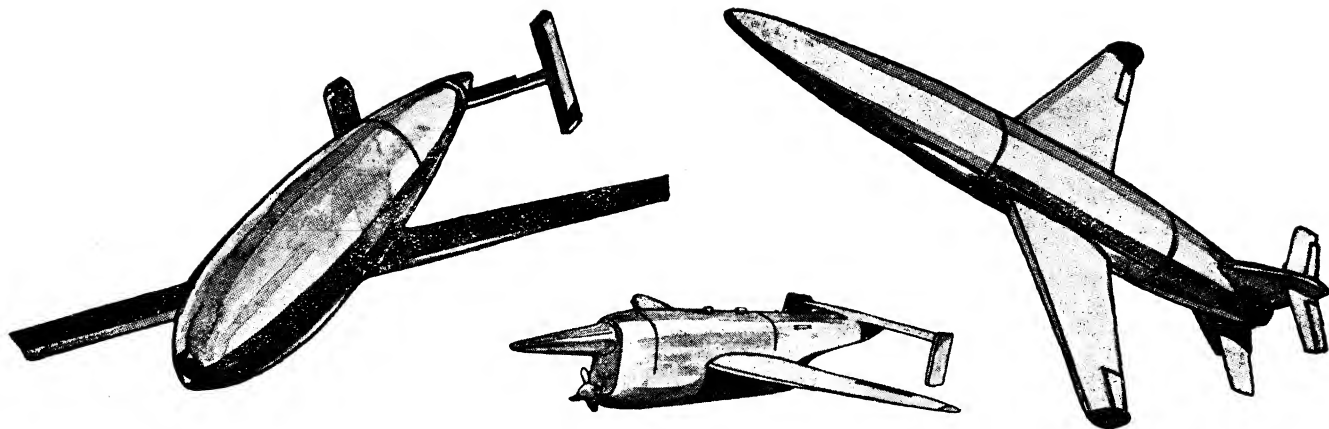
Die „Feuerlilie 25“ (Bild 2), eine Schöpfung des Forschungsinstitutes Hermann Görings in Volkenrode, war eine mit festem Raketentreibstoff betriebene Flugbombe von 120 kg Gewicht. Sie konnte vom Boden oder von Flugzeugen aus abgeschossen werden und war als Abwehrwaffe gegen alliierte Flugverbände gedacht. Sie befand sich bei Kriegsende jedoch noch im Versuchsstadium.

Auch die „HS-298“ (Bild 3), ebenfalls eine Raketenbombe zur Luftabwehr, war gegen Kriegsende noch nicht einsatzbereit. Diese Flugbombe war mit einer Radaranlage ausgerüstet, die eine automatische Explosion auslöste, sobald sich das Geschöß in hinreichender Zielnähe befand. Sie besaß ein Gewicht von 95 kg und konnte auf Entfernungen bis zu 2500 Metern verwendet werden.

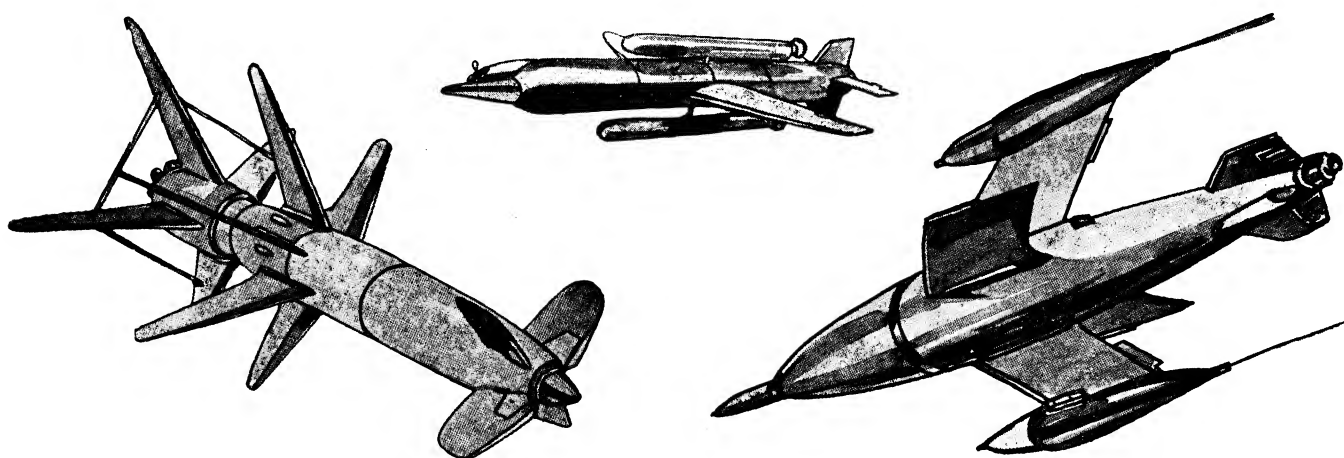
Während die beiden letzteren Bomben noch im Versuchsstadium sich befanden, war für die Flugbombe „Schmetterling“ (Bild 4) bereits die Serienproduktion vorgesehen. Der „Schmetterling“, für den die Göbbels'sche Propaganda die Bezeichnung „V-3“ vorgesehen hatte, war eine Schöpfung des Chefkonstruktors der Junkerswerke, Prof. Wagner. Dieses 160 kg schwere Raketengeschöß, das neben dem Hauptraketenantrieb im Bombenkörper noch zwei Hilfsraketenantriebe besaß, die als Starthilfe dienten, war ebenfalls als Luftabwehrmittel gedacht und konnte vom Boden und vom Flugzeug aus abgeschossen werden. Sein Konstrukteur versicherte, daß er bei jedem „Schmetterling“ für einen Flugzeugabschuß garantiere.

Eine ähnliche Konstruktion ist die Flugbombe vom Typ „Rheintochter“ (Bild 5), eine Schöpfung der Rheinmetall-Borsigwerke. Der Abschuß eines solchen Raketenkörpers wird von einer auf einem Lastwagen montierten, schrägen Rampe aus durchgeführt. Diese Flugbombe besitzt neben dem Hauptraketenantrieb, ähnlich dem „Schmetterling“, einen Hilfsraketenantrieb, der als Starthilfe dient und nach Erreichung einer bestimmten Geschwindigkeit abgeworfen wird.

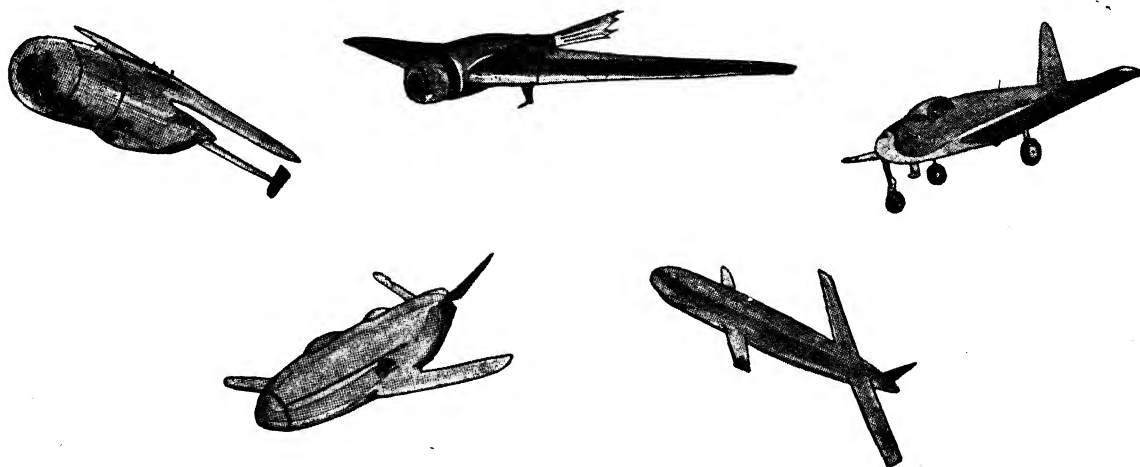
In Farnborough war ferner ein Raketengeschöß ausgestellt, das man in einem Teich bei Nordhausen ge-



Links, Bild 1: Die Flugbombe „Blohm und Voß BV 226“. Sie wird durch Radiofernlenkung vom Mutterflugzeug aus zum Ziel dirigiert. Die BV 226 besitzt keinen eigenen Antrieb — Rechts, Bild 2: Die Flugbombe „Feuerlilie 25“. Ferngelenkte Flugbombe mit Raketenantrieb. Gewicht 120 kg, Spannweite 1'13 m, Durchmesser des Rumpfes 23 cm — Mitte, Bild 3: Die Flugbombe „Henschel HS 298“. Eine mit Raketenantrieb ausgestattete Bombe, die zur Bekämpfung von Flugzeugen auf Entfernungen bis zu 2500 m diente. Länge 2'02 m, Gewicht 95 kg. Der Propeller dient zum Antrieb der elektrischen Hilfseinrichtungen.



Mitte, Bild 4: Die Raketenflugbombe „Schmetterling“ (V 3). Gewicht 160 kg, Länge 4'01 m, Spannweite 1'90, Durchmesser des Bombenkörpers 0'34 m, Reichweite 32 km, Geschwindigkeit 1000 km/St. Der Propeller dient wie bei der HS 298 zum Antrieb der elektrischen Hilfsvorrichtungen — Links, Bild 5: Die Flugbombe „Rheintochter“. Eine Flugbombe mit Raketen- und Hilfsraketenantrieb. Letzterer dient nur zum Start und wird dann abgeworfen (hinterer Teil). Länge 3'60 m, Spannweite 1'90 m, Geschwindigkeit etwa 500 km/St. — Rechts, Bild 6: Flugbombe „X 4“. Eine durch zwei Drähte mit dem Mutterflugzeug verbundene Flugabwehrbombe. Über die Drähte konnte im geeigneten Moment die Explosion ausgelöst werden. Länge 2'02 m, Explosivladung 50 kg, Geschwindigkeit etwa 1000 km/St.



Oben links, Bild 7: Die amerikanische Flugbombe „Bat“ (Fledermaus). Radargesteuerte Flugbombe, die sich selbsttätig auf das Ziel zu bewegt, das ihr nicht entgehen kann. Länge etwa 3'60 m, Spannweite 3 m. — Oben Mitte, Bild 8: Die amerikanische Flugbombe „JB-1A“. Flugbombe mit Düsenantrieb (ähnlich der deutschen „V 1“). Gewicht 3175 kg, Explosionsladung 1680 kg, Spannweite 9'15 m, Geschwindigkeit 650 km/St., Aktionsradius 160 km. Oben rechts, Bild 9: Die amerikanische Flugbombe „Glom“ („Glider bomb“). Flugbombe mit Düsenmotor. Gewicht 1812 kg. Unten links, Bild 10: Die amerikanische Flugbombe „Gargoyle“. Sie besitzt als Antriebsmittel einen Düsenmotor und wiegt 453 kg. Unten rechts, Bild 11: Die amerikanische Flugbombe „Gorgon“. Sie hat ein Gewicht von 45 kg, wird durch Raketen angetrieben und kann z. T. durch Radio ferngelenkt werden, z. T. ist sie radargesteuert und bewegt sich automatisch zum Ziel hin.

